Aus der Medizinischen Universitätsklinik in Marburg-L.
Direktor: Professor Dr. A. Schwenkenbecher.

Ein tödlicher Unfall durch Vergiftung nach Benutzung von Tetrachlorkohlenstoff enthaltenden Feuerlöschapparaten.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg-L.

vorgelegt von
Erich Hohage
Medizinalpraktikant aus Gleiwitz.

— Marburg-L. 1937 —
Buchdruckerei A. Zetl, Marburg-L.

Angenommen von der Medizinischen Fakultät Marburg am 18. Dezember 1936.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Prof. Dr. Schwenkenbecher.

Ein tödlicher Unfall durch Vergiftung nach Benutzung von Tetrachlorkohlenstoff enthaltenden Feuerlöschapparaten.

A.

Der Marburger Medizinischen Klinik wurde die gutachtliche Klärung eines Unglücksfalles mit tödlichem Ausgang überwiesen, der im Anschluß an das Löschen eines Brandes mit Tetrachlorkohlenstoff enthaltenden Feuerlöschapparaten entstanden war. Es war die Frage zu entscheiden, ob die akute Einwirkung der Tetradämpfe als Ursache für das Zustandekommen der mit dem Tode endenden Erkrankung aufzufassen ist.

Zunächst möchte ich eine Schilderung des Unfalles geben und dann die Beschreibung des kurz darauf eintretenden Krankheitsbildes anschließen.

Der Betriebsleiter einer Fabrik befand sich in seinem Laboratorium, als ihm gemeldet wurde, daß in dem ein Stockwerk tiefer gelegenen Maschinenraum ein größerer Brand ausgebrochen sei. Er lief eilig die Treppe herab und beteiligte sich an den Löscharbeiten, bei denen in der Hauptsache Feuerlöscher, die Tetra enthielten, in Anwendung kamen. Da der Brand sehr hartnäckig war, wurden, wie sich später feststellen ließ, etwa 75 Liter Tetrachlorkohlenstoff gebraucht, die dabei zur Verdampfung kamen. Unmittelbar nach dem Löschen Brandes stellten sich bei dem Betriebsleiter X. die ersten Gesundheitsstörungen ein, die in heftigem Brechreiz und Stuhldrang bestanden. Seit dem Ereignis des Brandes stand X. unter dem Eindruck eines Schocks, sodaß er sich nach Hause begeben und sich zu Bett legen mußte. Im Vordergrund des klinischen Erscheinungsbildes stand ein schwerer Brechdurchfall, der deutlich an Heftigkeit zunahm. Am Nachmittag des dritten Tages nach dem Un-

fall traten hochgradige Leibschmerzen hinzu. Gegen Abend setzten Darmblutungen ein. Der Patient machte einen schwerkranken Eindruck, der Allgemeinzustand war schlecht und alarmierend. Der Leib war meteoristisch aufgetrieben. Auch in der folgenden Nacht hielten der Brechdurchfall und die Leibschmerzen in unverminderter Stärke an; aus dem Darm entleerte sich weiterhin frisches Blut. Allmählich entwickelte sich eine zunehmende Herz- und Kreislaufschwäche, sodaß von Kreislaufmitteln Gebrauch gemacht werden mußte. Am Morgen des vierten Tages nach dem Unfall starb der Kranke unter Herzschwächeerscheinungen.

Für die Beurteilung dieser Beobachtung ist es von Wichtigkeit, einige Daten aus der Anamnese anzuführen.

Im Anschluß an einen Bruch des linken Fersenbeines im Jahre 1928 kam es bei X. zum erstenmal zu einer Thrombose der Venen beider Beine und des Beckens. Wegen dieses Leidens war er von Dezember 1928 bis Januar 1930 in ärztlicher Behandlung. Von Mai bis Juni 1930 wurde er wegen „Grippe“ behandelt. Auch dabei hatte der Hausarzt den Verdacht einer Venenentzündung. Ende August bis Mitte September 1930 lag er in einem Krankenhaus, da es diesmal wieder zu einer Phlebitis gekommen war. Im Jahre 1934 erkrankte X. wieder an seinem Gefäßleiden. Die Venenentzündung betraf diesmal den rechten Unterschenkel und war in ihrer Ausdehnung nur sehr gering.

Nach dem Tode des Patienten im Anschluß an das Brandereignis wurde eine Obduktion der Leiche vorgenommen. Diese ergab als unmittelbare Todesursache eine frische Thrombose der Pfortader, die dieses Gefäß völlig verschloß. An der zweizipfeligen Klappe des Herzens fanden sich ältere Vernarbungen, sowie eine leichte Verwachsung und Verdickung der Sehnenfäden. Daneben

wurden auch noch kleinste frische Herzklappenveränderungen festgestellt. Die Venen beider Beine, des Beckens und die untere Hohlvene wiesen infolge der durchgemachten Venenentzündungen erhebliche krankhafte Veränderungen auf. Die Entzündungsprozesse reichten hinauf bis in die untere Hohlvene. Diese Prozesse in den erwähnten Gefäßgebieten waren zur Ruhe gekommen, die Thromben waren organisiert und kanalisiert. Die erkrankten Vehnen waren verengt, und es war anzunehmen, daß ein großer Teil des Blutes der unteren Körperhälfte seinen Weg zum Herzen auf dem Umweg über die Bauchdeckenvenen genommen hatte, da diese Gefäße erweitert gefunden wurden.

B.

Die vorstehend mitgeteilte Beobachtung gab den Anlaß, sich mit den in der Literatur beschriebenen Vergiftungsfällen sowie mit den klinischen Erscheinungen und den pathologischen Organveränderungen bei der Tetrachlorkohlenstoffvergiftung zu beschäftigen.

Zunächst seien einige Hinweise über die Substanz und ihr chemisches Verhalten mitgeteilt.

Tetrachlorkohlenstoff oder Tetrachlormethan mit der chemischen Formel CCl_4 ist eine klare, farblose, schwere Flüßigkeit von süßlich-chloroformähnlichem Geruch. Die Verbindung ist in Wasser fast unlöslich, dagegen mischt sie sich mit absolutem Akohol, Äther und fetten und ätherischen Ölen in jedem Verhältnis. Ihr Siedepunkt liegt etwa bei 77° Celsius. Sowohl die Flüssigkeit selbst als auch ihre Dämpfe sind nicht entzündlich und nicht explosiv — eine Tatsache, die wesentlich zu der heutigen weiten Verbreitung und Anwendung des Tetrachlorkohlenstoffs oder des Tetra, wie er der Einfachheit halber oft genannt wird, in zahlreichen Industrie- und Gewerbezweigen beigetragen hat.

Auch in der Medizin ist der Tetrachlorkohlenstoff seit längerem bekannt, und zwar fällt die Zeit seiner ersten Anwendung in die Jahrzehnte nach der Entdeckung von Chloroform und Äther in ihrer Wirkung als Allgemeinbetäubungsmittel. Der Aufschwung, den die Medizin dadurch genommen hatte, daß durch die Einführung und Ausbildung der Allgemeinnarkose nun größere Eingriffe in die Integrität des menschlichen Körpers möglich geworden waren, brachte es mit sich, daß die Forschung auch andere chemische Verbindungen auf ihre Eignung als Narkotikum hin prüfte.

Simpson entdeckte so im Jahre 1865 die narkotische Eigenschaft des Tetrachlorkohlenstoffs, eines nahen Verwandten des Chloroforms. Smith wandte ihn zu kurzen Narkosen beim Menschen an. In seinem Buch über Vergiftungen schrieb Erben, daß die Inhalation von Tetra Hustenreiz, Erbrechen, kleinen irregulären Puls, Cyanose, Mydriasis und dann Narkose erzeugt: nach der Narkose bestehen starke Kopfschmerzen, Erbrechen und Benommenheit.

Im ganzen dauerte die Zeit der Anwendung des Treta als Narkotikum nur wenige Jahre des Versuches an, da da man sich bald davon überzeugen mußte, daß die wirksame Dosis zu sehr in der Nähe der letalen lag, um eine Empfehlung des gefährlichen Stoffes als Allgemeinbetäubungsmittel verantworten zu können.

Nach dieser kurzen Periode war der Tetrachlorkohlenstoff als Hilfsmittel in der Medizin verschwunden, und in der Literatur hörte man nur noch von ihm, wenn eine der sehr seltenen Vergiftungen mit dem noch kaum gebrauchten Stoff vorgekommen war.

Heute erstreckt sich der Bereich der Anwendung des Tetrachlorkohlenstoffs in der Hauptsache auf drei Gebiete.

Aus allen diesen Teilgebieten sind Beobachtungen über Vergiftungen mit CCl_4 bekannt geworden.

Es handelt sich hierbei:

1. um die Anwendung des Tetra als Therapeutikum in der Medizin,
2. um den Gebrauch von Tetrachlorkohlenstoff enthaltenden Mitteln in den verschiedenartigsten Handels-, Industrie- und Gewerbezweigen,
3. um die Anwendung des Tetrachlorkohlenstoffs als wirksames Mittel in Feuerlöschapparaten.

(Zu 1.) Im Jahre 1921 und in den folgenden Jahren erschienen Arbeiten von Hall, die dem Tetra, zunächst in Amerika, ein neues Wirkungsgebiet in der Medizin und zwar als Therapeutikum erschlossen. 1921 empfahl Hall die Verwendung des Tetra als Anthelmintikum. Gestützt auf Tierversuche behandelte er auch Menschen mit diesem Wurmmittel. Er hatte gefunden, daß bei Hunden sämtliche Hakenwürmer durch Dosen von 0,3 ccm Tetra pro kg Körpergewicht ausgetrieben wurden. Selbst bei Gaben von 1,5 ccm pro kg-Körpergewicht hatte er noch keine Organschädigungen nachweisen können. Das Mittel erwies sich in weiteren Versuchen als bestes Spezifikum gegen Hakenwürmer der Art Necator und gegen Anchylostomum duodenale. Auch eine starke Wirkung auf Oxyuren wurde beobachtet. Gegenüber Askariden konnte keine bessere Wirkung festgestellt werden als sie die bisher benutzten Mittel aufweisen. Der Versuch, Bandwürmer mit dem neuen Anthelmintikum auszutreiben, brachte ebenfalls keinen besonderen Erfolg. Man versuchte, den Wirkungskreis des Tetra noch mehr zu erweitern, und vor allem in Amerika erschienen zahlreiche Arbeiten, die sich mit dem Tetrachlorkohlenstoff beschäftigten. Man fand, daß die menschliche Bilharziaerkrankung sich durch die Behandlung mit Tetra günstig be-

einflussen ließ (Cawston), besonders wenn man das Mittel zusammen mit Antimon, wie es Khalil empfohlen hat, gab. Bei allen Anchylostomeninfektionen hatte man gute Erfolge mit einer Kombinationsbehandlung von Tetra mit Chenopodiumöl oder Ascaridol, da nach den Erfahrungen von Smillee und Pessôa das Methanderivat vorwiegend die weiblichen und das zweite Präparat in der Hauptsache die männlichen Würmer beeinflußt. Nach Zschucke dürfen diese beiden Mittel jedoch nicht gemeinsam gegeben werden. Es empfiehlt sich, sie in kurzem Zwischenraum hintereinander zu verabreichen.

Schon nach kurzer Zeit zeigte sich jedoch, daß das neue Therapeutikum nicht ungefährlich war und seine Dosierung sehr vorsichtig vorgenommen werden mußte. Von Hall stammt die Angabe, bei peroraler Anwendung pro kg. Körpergewicht 0,05 ccm CCl_4 zu geben. Andere Autoren hielten diese Dosierung für zu hoch. Heute wird die Maximaldosis für Menschen mit 3 bis allerhöchstens 5 ccm angegeben.

Trotz aller Vorsichtsmaßregeln, die man bei der therapeutischen Anwendung des Tetra gebrauchte, ist es doch in einigen Fällen zu einer tödlichen medizinalen Vergiftung mit dem Stoffe gekommen. Mauro gab die Verhältniszahl der tödlichen Vergiftung zur Zahl der mit dem Mittel behandelten Personen mit 1 : 10 000 an und bemerkte dabei, daß die Todesfälle in der Hauptsache durch eine fettige Degeneration der Leber, wobei der chronische Alkoholmißbrauch der Behandelten eine bedeutende Rolle spiele, hervorgerufen worden seien. Phelpse Hu beschrieb zwei Todesfälle nach Tetramedikation. Die erste Beobachtung betraf ein Kind von 5 Jahren, das nach Gabe von 1 gr. nach zwei Tagen unter Delirien und Konvulsionen starb. Im zweiten Falle erhielt ein 46 jähriger Mann 3 gr. in 15 gr. Magnesiumsulfatlösung; er starb nach vierzig Stunden.

Bei der Sektion zeigte sich in beiden Fällen eine Nekrose der Leberzellen, bei dem Manne waren auch die Nebennieren durch nekrotische Veränderungen in Mitleidenschaft gezogen.

Eine weitere tödlich verlaufene akute medizinale Vergiftung mit Tetrachlorkohlenstoff teilte Lattes im Jahre 1934 mit. Bei seiner Beobachtung handelte es sich um einen fettleibigen Mann, der nach Gabe von 3,6 gr. Tetra per os im Koma starb. Auch hier konnte eine fettige Degeneration von Leber und Nieren festgestellt werden. Lattes sprach zur Erklärung dieser medizinischen Vergiftung mit einer therapeutischen Dosis den Gedanken aus, daß die stark schädigende Wirkung möglicherweise mit der bei diesem Manne bestehenden Stoffwechseländerung, die sich in einer Anhäufung von Körperfett ausdrückte, in eine enge Verbindung gebracht werden könne.

Die Kenntnis der pathologischen Organveränderungen, der Änderung der Blutzusammensetzung usw. nach peroraler Gabe von Tetrachlorkohlenstoff, wie sie bei der Anwendung als Wurmmittel wohl ausschließlich in Frage kommt, gründet sich in der Hauptsache auf experimentelle Studien an Tieren, deren wesentliche Ergebnisse hier mitgeteilt werden sollen.

In erster Linie sind die Schäden zu erwähnen, die durch die Zufuhr von Tetra an den Leberzellen gesetzt werden. Die Leber ist ein Hauptspeicherungsorgan für den Tetrachlorkohlenstoff. Ihre Zellen reagieren auf die Intoxikation mit fettiger Degeneration und in schweren Fällen sogar mit Veränderungen im Sinne der akuten gelben Leberatrophie. Sehr häufig finden sich auch die Zeichen einer Leberzirrhose mit fettiger Degeneration und gelegentlich auch völliger Nekrose der Leberzellen. Okazaki konnte nachweisen, daß nach starker Tetravergiftung die Glykogen bildende Fähigkeit der Kaninchenleber so stark geschädigt

wird, daß auch große Gaben von Glykose oder Lävulose keinen Anstieg des Leberglykogens mehr bewirkten. Nur wenn schon kurz nach der Giftzufuhr Zucker gegeben wurde, konnte ein Ansteigen des Glykogens erreicht werden.

Auch an den Nieren finden sich wichtige pathologische Veränderungen. So beobachteten z. B. Lande und Dervillée bei ihren Versuchstieren starke Störungen der Diurese, die sich gelegentlich bis zur völligen Anurie steigerten. Im Harn dieser Tiere fand sich konstant Eiweiß. Auch Urobolin konnte häufig nachgewiesen werden. Die Nieren selbst zeigten Veränderungen wie bei einer akuten toxischen Nephritis mit Schädigung der Tubuli contorti in ähnlichem, aber geringerem Maß wie bei der Sublimatvergiftung.

Die Veränderungen, die das Blut und seine Zusammensetzung nach Tetragaben erfährt, sind mannigfaltig. Lamson und Wing sahen bei Hunden schon nach Gaben von 0,25 ccm pro kg. Körpergewicht eine deutliche Verminderung des Fibrins. Dervillée und Castagnou stellten bei der Zufuhr von höheren Tetragaben ein starkes Abfallen des Blutzuckerspiegels fest und schlossen darauf auf eine rasch einsetzende und tiefgreifende Insuffizienz des Leberparenchyms.

Auch der Ca-Gehalt des Blutes erfährt nach Tetragaben Veränderungen. Neumann-Kleinpaul und Pelckmann beobachteten bei Versuchen an Pferden ein Sinken des Blutcalciumsspiegels, das jedoch von der Menge des aufgenommenen Tetra unabhängig war. Die klinischen Vergiftungserscheinungen fielen zeitlich mit diesem Absinken des Ca-Spiegels zusammen, zwischen ihrer Stärke und dem Grad der Senkung konnten jedoch keine Beziehungen festgestellt werden. Weitere Veränderungen der Blutzusammensetzung lassen sich nach diesen Autoren auch darin erblicken, daß in den von ihnen untersuchten Fällen eine

deutliche Abnahme der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen nachgewiesen werden konnte. Versuche von Graßnickel ließen bei Pferden eine Verschiebung des Bilirubinspiegels im Blut im Sinne einer Erhöhung erkennen. Der Verfasser bringt diese Vorgänge in Zusammenhang mit dem Sinken des Blutcalciumspiegels. Dieses Abfallen des Calciumspiegels erklärt er sich infolge Bindung des Calciums und vermehrter Ausscheidung als bilirubinsaures Calcium entstanden.

Nachdem man die Beobachtung gemacht hatte, daß Hypoglykaemie, Sinken des Blut-Ca-Spiegels usw. einen großen Teil des klinischen Vergiftungsbildes nach Tetragaben ausmachten, suchte man nach Mitteln, um diese Störungen des Körperhaushaltgleichgewichtes möglichst auszuschalten, um damit dem Therapeutikum seine Gefährlichkeit zu nehmen.

Minot kam bei seinen Versuchen zu dem Ergebnis, daß durch Zufuhr von Ca die klinischen Vergiftungserscheinungen, wie Appetitlosigkeit, Apathie, Muskelzittern, ja sogar die ausgesprochene Tetanie verhindert werden kann, wobei es gleichgültig bleibt, ob das Ca intravenös als $CaCl_2$ oder indirekt durch perorale Gabe von Ammoniumchlorid (Salmiak) verabfolgt wird. Dieselbe Wirkung wurde durch Zufuhr einer an Kalksalzen reichen Nahrung erzielt. Die so vorbehandelten Hunde vertrugen, abgesehen von leichten Leberschädigungen, bis zu 6 ccm pro kg. Körpergewicht ohne größeren Schaden, während die Versuchstiere, die vorher keine Kalknahrung und dann nur 4 ccm Tetra erhalten hatten, nach 40 bis 60 Stunden im Tetanus, verbunden mit Zwergfelllähmung, zugrunde gingen.

Schultz und Marx hatten Erfolg bei der Verhinderung sowohl der klinischen Vergiftungserscheinungen als auch der pathologischen Organveränderungen, wenn sie

gleichzeitig mit dem Tetrachlorkohlenstoff eine gesättigte Magnesiumsulfatlösung gaben. Nach diesen beiden Autoren besteht die Wahrscheinlichkeit, daß beim erwachsenen Menschen die gleichzeitige Anwendung von Magnesiumsulfat oder Bittersalz bei Gabe von Tetra bis zu höchstens 3 ccm einen gewissen Schutz vor der Giftwirkung gewährt. Die anthelmintische Wirkung des Tetra wird durch das Magnesiumsulfat nicht verkleinert.

Andere Vorschläge der Art Applikation von Tetra machte Wells. Er hatte an Hunden, denen er 3 ccm des Stoffes direkt in den Dünndarm gespritzt hatte, die Beobachtung gemacht, daß diese Menge nach 24—30 Stunden resorbiert wird und nach Ablauf dieser Zeitspanne kein Tetra mehr im Darm nachgewiesen werden kann. Nach seinen Feststellungen wird der größte Teil des CCl_4 innerhalb dieser Zeit mit der Exspirationsluft durch die Lungen ausgeschieden, und es gelang ihm, in der Atmungsluft 96% der eingegebenen Menge wiederzufinden. Beim Menschen ist nun die Resorption und die nachfolgende Ausscheidung eine noch schnellere als beim Hund, und zwar ist bei direkter Einführung in den Darmtrakt mit der Schlundsonde die Ausscheidung gerade in den ersten Stunden eine besonders große. Nach Wells bestehen nun zwei Möglichkeiten zur Erklärung dieser Tatsache. Entweder ist die Resorption in den oberen Darmabschnitten eine bessere, oder aber sie ist abhängig von der Konzentration, in der sich der Tetrachlorkohlenstoff im Darm befindet. Wells hält die zweite Annahme für wahrscheinlicher und empfiehlt unter Berücksichtigung dieser Überlegung, die gebräuchliche Dosis von 3 ccm in Teilportionen zu verabreichen, wodurch er schädliche Giftwirkuungen und Vergiftungserscheinungen sicher zu vermeiden hofft.

In einer anderen Arbeit untersuchte ebenfalls Wells die Wirkung des Tetra in Zusammenhang mit Alkoholgaben.

Bei Anwendung von 50%igem Alkohol konnte er in einzelnen Fällen eine Vermehrung der Resorption therapeutischer Dosen des Tetra beobachten. 97% iger Alkohol beschleunigte die Resorption von Tetra während der ersten beiden Stunden. Wells konnte eine, wenn auch schwache Verminderung der Resorption nach Gabe von Magnesiumsulfat feststellen. Es zeigte sich auch hier, daß Tetrachlorkohlenstoff, der vom Darm aus aufgenommen wird, sehr schnell mit der Exspirationsluft wieder ausgeschieden wird.

Es war die Frage aufgetaucht, ob es empfehlenswert sei, Kranke, die man einer Wurmkur mit Tetra unterziehen will, vorher einige Zeit hungern zu lassen, um vielleicht dadurch die leicht auftretenden Schädigungen zu vermeiden. Davis erbrachte den Nachweis, daß 3—4 tägiges Hungernlassen sowie eine über vier Tage hin fortgesetzte Fetternährung für die Leber nach Tetragabe größere Schädigungen hatten, als wenn er seine Versuchshunde mit einer eiweiß- und kohlehydratreichen Kost ernährte. Auch Chandler und Chopra empfahlen, die Kranken vor Wurmkuren nicht hungern zu lassen und sie vor allem nicht mit Fett zu ernähren. Gleichzeitige Gabe von Rohrzuckerlösung scheint nach diesen Verfassern einen Schutz auf die Leber auszuüben, doch können Nierenschädigungen dadurch nicht verhindert werden.

Als andere Vorsichtsmaßnahme wurde angeraten, unbedingt einige Stunden nach der Einnahme von Tetra abzuführen, da sonst Schädigungen besonders der Leber nicht zu vermeiden wären. Docherty und Burgeß veröffentlichten ihre Beobachtungen mit Tetra auf Ceylon, wo das Mittel zu Versuchszwecken zum Tode Verurteilten gegeben wurde. 5 ccm wurden von Menschen ohne besondere Schädigung vertragen, wenn einige Stunden nachher abgeführt wurde. Unterließ man diese Prozedur, so traten fettige Degenerationen und kleinzellige Infiltrationen der Leber sowie trübe Schwellung der Nieren auf.

(Zu 2.) Ehe ich die mir in der Literatur zugänglichen Beobachtungen von Vergiftungen durch den Gebrauch von Tetra enthaltenden Mitteln mitteile, möchte ich die Hauptanwendungsgebiete des Tetrachlorkohlenstoffs in Handel, Gewerbe und Industrie kurz aufführen.

Gerade in den letzten Jahrzehnten wurde dem Tetrachlorkohlenstoff in immer wachsendem Maße ein Anwendungsgebiet erschlossen, das diesen Stoff zu einem wichtigen Faktor machte, mit dem sich besonders die Sozial- und die Gewerbemedizin zu befassen hatten.

In vielen Gewerbe- und Industriezweigen werden chemische Verbindungen gebraucht, die in der Technik unter dem Sammelnamen „Lösungsmittel“ zusammengefaßt werden. Seit vielen Jahren sind z. B. die fettlösenden Eigenschaften von Benzin und Äther bekannt. Diese Stoffe finden in den einschlägigen Industrien, wie z. B. Farb- und Lackfabriken, weitgehende Verwendung. Eine stete Gefahr für Menschen und Material bildet jedoch ihre leichte Brennbarkeit und ihr explosives Verhalten. Auf der Suche nach ungefährlicheren Mitteln kam man auf den Tetrachlorkohlenstoff, der alle von der Technik zu fordernden Eigenschaften in sich zu vereinen schien. Es war nicht brennbar und nicht explosiv, und seine lösenden Fähigkeiten waren den bisher bekannten und benutzten Lösungsmitteln zum mindest gleichwertig, wenn nicht überlegen. Für die Technik waren diese Eigenschaften des Tetra in erster Linie maßgebend, und an eine evtl. mögliche gesundheitliche Schädigung der mit diesem Stoff Beschäftigten dachte man zunächst kaum. So konnte sich der Tetrachlorkohlenstoff ein immer größer werdendes Anwendungsgebiet erobern.

Unter dem Namen Benzinoform findet er sich im Handel als Lösungsmittel für Fette. Als Entfettungs- und Reinigungsmittel trägt er auch den Namen Asordin. In

vielen sogen. flüssigen Seifen, z. B. im Tetrapol, ist er enthalten. Man benutzte ihn zur Ungeziefervertilgung und zur Abtötung von Hautparasiten. In einigen westeuropäischen Ländern wurde Tetra eine Zeitlang als Haarwaschmittel benutzt. Fettiges Haar wird dadurch sauber und glänzend, ohne daß die Haarwellen dabei verloren gehen, da Tetra auch leicht flüchtig ist, braucht das Haar nur kurze Zeit zum Trocknen. Da er jedoch nicht nur Störungen von Seiten des Herzens und des Zentralnervensystems verursachte, sondern auch Magen-Darmerscheinungen, vor allem Erbrechen, hervorrief, hat man diese Methode bald wieder verlassen müssen. Moller stellt in einer Arbeit ans dem Jahre 1934 einige wichtige Anwendungsgebiete des Tetra zusammen. Er führt darunter auf: Befreiung von Metallteilen von Fett, Fettbeseitigung bei der Trockenreinigung, in der Technik zur Fettextraktion, als Lösungsmittel für Rohgummi, zur Vulkanisierung des Kautschuks und als Lösungsmittel für Lacke.

Tetra findet sich als Grundlage in einem Schutzmittel gegen Kesselstein, dem Dermatin. Lewin teilte mit, daß einige Arbeiter, die die Innenwand eines Kessels damit anstrichen und dabei die Dämpfe einatmeten, Tobsuchts- und Ohnmachtszustände bekamen.

Außer diesen Hauptverwendungsarten ließen sich noch viele andere Gebrauchsmethoden in den verschiedenartigsten Industrie- und Gewerbezweigen anführen, z. B. die Verwendung beim Kleben von Gummisohlen in der Schuhindustrie und in Telephonzentralen, wo Tetra zur Reinigung von Selbstanschlußverteilern verwendet wurde, oder als ein Gemisch von Terpentin mit wenig Tetra, das als Solvenol im Handel ist.

Während es bei der ersten Abteilung von Vergiftungsfällen hauptsächlich zu einer akuten Intoxikation mit Tetra-

chlorkohlenstoff kommt, stehen bei der hier zu besprechenden zweiten Kategorie meistens die Folgezustände einer chronischen Tetraeinwirkung im Vordergrund.

Brandt konnte zwanzig Arbeiter einer Fabrik untersuchen, in der Gummisohlen mit einem Lösungsmittel geklebt wurden, das 75—80% Tetra enthielt. Das Mittel stand in offenen Gefäßen auf den Arbeitstischen, der Raum war schlecht entlüftet. Alle Untersuchten klagten über auffallend starkes Müdigkeitsgefühl. Sie litten an Schwindelanfällen und Kopfschmerzen und klagten häufig über Brennen in den Augen. Daneben bestanden Magenbeschwerden allgemeiner Natur mit heftigem Brechreiz, öfterem Erbrechen und Appetitlosigkeit. Bei der Untersuchung wurden in einzelnen Fällen eine Druckempfindlichkeit und eine Vergrößerung der Leber sowie Herzanomalien festgestellt. Auf die Möglichkeit schwerer Herzschädigungen weist besonders Zangger hin.

Mauro sah die Folgen chronischer Tetraeinwirkung bei den Arbeitern einer Fabrik, in der ein Insektenvertilgungsmittel aus Seife, Phenol und Tetra hergestellt wurde. Von 5 Arbeitern erkrankten zwei schwer mit Leberschwellungen. Der Urin enthielt Eiweiß und hyaline und granulierte Zylinder.

Lehmann hält die Verwendung von Tetra bei geschlossener Apparatur oder ungenügendem Abzug in hygienischer Beziehung für unbedenklich. Die Möglichkeit, daß bei chronischer Einwirkung Leberatrophien, Blutbildungsstörungen und Schädigungen des Zentralnervensystems vorkommen bleibt jedoch bestehen.

Zwei interessante Beobachtungen von chronischer Tetravergiftung beschreibt Tietze. Es handelte sich um zwei Arbeiter einer Fabrik, in der ein Feuerlöschmittel aus einem Gemisch von Methylbromid, Kohlensäure, Äther und Tetra hergestellt wurde, das von zwei Arbeitern, von denen

der eine die Stelle des anderen nach dessen Erkrankung übernahm, abgefüllt wurde. Der erste erkrankte nach einem halben Jahr Tätigkeit zunächst mit Schwindel und Ohrensausen. Zeitweilig hatte er Aufregungszustände. Eines Tages nach Arbeitsschluß setzte plötzlich unerträgliches Ohrensausen ein, und die rechte Hand des Mannes fing an zu zittern. Zu Hause wurde der Kranke zunehmend verwirrt. Lallen und Sprechunfähigkeit kamen hinzu. Dann bekam er Krämpfe des ganzen Körpers, Zucken der Hände und wurde bewußtlos. Bei der Aufnahme ins Krankenhaus, in das er in tiefer Bewußtlosigkeit eingeliefert wurde, reagierte er nicht auf Schmerz und Anruf. Er ließ Urin unter sich. Im Harnsediment fanden sich Leukozyten, einige Erythrozyten sowie hyaline und granulierte Zylinder. In der Nacht hatte er zwei epileptiforme Anfälle mit klonisch-tonischen Zuckungen. Der zweite Anfall war mit einem schweren Kreislaufkollaps verbunden. Die Bewußtlosigkeit hielt auch am nächsten Morgen noch an. Erst vom dritten Tage ab trat eine Besserung des Befindens ein. Die Anfälle wiederholten sich nicht mehr. In der Rekonvaleszenz klagte er über Schwäche im rechten Arm, dessen grobe Kraft herabgesetzt war. Auch bestanden leichte ataktische Störungen. Der zweite Arbeiter und Nachfolger in der Arbeitsstelle, erkrankte nach einigen Monaten Tätigkeit unter ganz ähnlichen Erscheinungen. Zunächst setzten leichte Sprachstörungen ein. Eines Abends bekam er ein dauerndes Zucken der rechten Hand. Am nächsten Tage hatte er wiederholt Krampfanfälle, die mit Zuckungen in der rechten Hand anfingen und dann den rechten Arm in extreme Beugestellung führten. Nach kurzer Zeit waren beide Arme beteiligt, der Kopf wurde krampfhaft verdreht, die Sprache war lallend, das Bewußtsein war jedoch nicht völlig erloschen. Die unteren Extremitäten waren von den Krämpfen nicht ergriffen.

Bei beiden Kranken handelte es sich nach Tietze um Anfälle nach Art der Jackson'schen Rindenepilepsie mit typischen initialen Herdsymptomen und Schädigungen auch der peripheren Nerven. Eine besondere Anlage zu epileptischen Krämpfen konnte bei beiden Patienten mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen werden.

Löwy untersuchte zwanzig Mechaniker einer Prager Telephonzentrale, in der Tetra anstelle von Benzin als Putzmittel verwendet wurde. Der Raum konnte wegen der Empfindlichkeit der Apparatur nicht ausgiebig entlüftet werden. Die Aufbewahrung des Tetra erfolgte in geschlossenen Gefäßen. Von diesen zwanzig Arbeitern waren achtzehn mit allgemeinen Beschwerden erkrankt, die allerdings erst nach langjähriger Beschäftigung in diesem Betriebe manifest geworden waren. Bei den einzelnen Personen bestanden u. a. Müdigkeit, Schwindel, Oppressionsgefühle, Brennen in den Augen, Appetitlosigkeit, Magenbeschwerden mit Obstipation, Stechen in der Herzgegend, und spontane Muskelzuckungen. Häufig wurden gesteigerte Reflexe und Reflexdifferenzen beobachtet. Pathologische Reflexe waren nicht vorhanden. Ab und zu traten Sensibilitätsstörungen auf.

Biancalani hat histo-pathologische Untersuchungen nach chronischer Tetravergiftung gemacht. Er fand Kongestionen in der Lunge, Stase und fettige Degeneration in der Leber und Stase der Milz. Weiterhin sah er Schwellung und Hyperaemie der Nieren, zuweilen auch Nekrose der Ureteren sowie leichte Hyperaemie der Nebennieren.

(Zu 3.) In den letzten Jahren wurde eine Gebrauchsweise des Tetrachlorkohlenstoffs in den Vordergrund des Interesses gerückt, weil dadurch das gefährliche Mittel in manchen Fällen in die Hände von Laien kam, während man doch annehmen muß, daß die Arbeiter in Betrieben,

die Tetra verwenden, im allgemeinen über die Gefährlichkeit des Stoffes unterrichtet und mit Vorsichts- und Schutzmaßnahmen versehen sind. Es handelt sich hierbei um die Verwendung des Tetrachlorkohlenstoffs als wirksames Mittel in Feuerlöschapparaten. Überall dort, wo Wasser als Löschmittel nicht schnell zu erhalten oder nicht zu gebrauchen und sogar gefährlich ist, wie z. B. beim Brand von Ölen, Petroleum oder Benzin (Vergaser-Motorbrand) hat sich Tetra auf das beste bewährt. So werden heute an vielen Orten die Tetrafeuerlöschapparate aufgestellt, um als Mittel bei der Brandbekämpfung zu dienen. Über die Art der Wirkung des Tetra in seiner Eigenschaft als Feuerlöschmittel schreibt Koelsch im „Handbuch der sozialen Hygiene“: Auf den Brandherd aufgespritzt, zersetzt Tetra sich in der Flamme und das dabei freiwerdende Chlor und Phosgen erstickt dieselbe.

Wie bei der medizinalen Vergiftung mit Tetrachlorkohlenstoff beherrschen bei der Vergiftung durch Tetra enthaltende Feuerlöschapparate akute Intoxikationserscheinungen das Bild. Die Art der Aufnahme des Giftes ist jedoch eine andere. Während im ersten Fall der Tetrachlorkohlenstoff in Substanz in den Organismus eingeführt wird, spielt hier die Inhalation der Tetradämpfe die ausschlaggebende Rolle.

In der Literatur sind Beobachtungen von Tetrachlorkohlenstoffvergiftung nach Benutzung von Feuerlöschern beschrieben.

Lewin teilt in seinem Buche „Gifte und Vergiftungen“ eine Beobachtung mit, bei der durch Platzen eines Feuerlöschapparates, der 99 % reinen Tetra enthielt, sowohl die Substanz als auch ihre Dämpfe auf einen Arbeiter einwirkten. Der Mann bekam zunächst Augenbrennen, wurde dann bewußtlos, wobei der Puls unfühlbar und die Atmung schlecht war.

Etienne-Martin beschreibt eine andere Beobachtung. Anläßlich eines Motorbrandes wurde ein Arbeiter mit einem Tetrafeuerlöscher in den Raum geschickt, der ohne besondere Ventilation war. Nachdem der Mann zwei Minuten mit dem Löschen des Brandes beschäftigt war, verspürte er einen heftigen Brechreiz, der ihn veranlaßte, aus dem Raume zu gehen. Die Löscharbeit wurde von einem zweiten Arbeiter fortgesetzt. Dieser zog sich jedoch dabei eine akute Gesundheitsstörung zu, die seine Aufnahme in die Klinik notwendig machte. Bei seiner Einlieferung bot sich das klinische Bild einer linksseitigen Hemiplegie mit aufgehobenen Patellarreflexen, beiderseitigem positiven Babinski und leichter déviation conjuguée der Augen und des Kopfes. Der Patient befand sich in einem subkomatösen Zustand, er erbrach ohne vorhergehende Nausea, der Puls war frequent. Drei Tage nach dem Unfall kam die Beweglichkeit der linken Körperhälfte wieder zurück, als Residuum blieb jedoch ein leichtes Zittern bestehen. Trotzdem dieser zweite Arbeiter 51 Jahre alt war und nach dem klinischen Bild eine einfache apoplektische Hirnblutung stattgefunden haben konnte, glaubt Etienne-Martin in diesem Fall nicht an den üblichen Modus der Apoplexie. Die größte, auslösende Rolle bei der Entstehung dieser Hirnblutung spricht er der toxischen Wirkung des Tetrachlorkohlenstoffs zu.

Für die Entstehung einer Tetrachlorkohlenstoffvergiftung durch Inhalation der Dämpfe sind vor allem auch die räumlichen Verhältnisse von Wichtigkeit. Kommt Tetra in einem geschlossenen Raum mit wenig oder gar keiner Ventilation zur Verdampfung, so wird sich seine Konzentration in der vorhandenen Luft naturgemäß schnell erhöhen, und die in diesem Raume tätigen Personen sind desto schneller und stärker einer Intoxikation ausgesetzt. Von großer Bedeutung für den Vergiftungsmodus ist die

von vielen Autoren als erwiesen erachtete Tatsache, daß bei der Zersetzung des in Dampfform befindlichen Tetrachlorkohlenstoffes außer anderen pyrogenen Gasen unter gewissen Umständen, wie z. B. bei Kontakt mit glühenden Eisen- und Metallteilen (Motor-Maschinenbrand), sich das hochgiftige Phosgen bildet.

Auch für die Kenntnis der Klinik und der Pathologie der Tetrachlorkohlenstoffvergiftung durch Inhalation der Dämpfe gaben tierexperimentelle Studien wichtige Grundlagen.

Um die giftige Wirkung des Tetra bei Gebrauch von Feuerlöschern zu studieren, machte Mauro Versuche an Kaninchen, bei denen sich die Intoxikation besonders in einem Entzündungsprozeß an den Nieren zeigte. Es bestand Oligurie, im Harn wurde Eiweiß ausgeschieden, im Sediment fanden sich hyaline und granulierte Zylinder.

Von Veränderungen in der Zusammensetzung des Blutes fand Biancalani eine gesteigerte Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, deren Zahl vermindert war — die Zahl der weißen Blutzellen war vermehrt — sowie eine Verminderung der Blutplättchen.

Auch Galloro sah im Blutbild eine Verminderung der roten Blutkörperchen, daneben gleichfalls eine Herabsetzung des Hämoglobingehaltes. Das weiße Blutbild zeigte eine Leukozytose, die sich als zunehmende relative Lymphozytose mit geringer Vermehrung der Monozyten spezifizieren ließ. In der myeloischen Reihe gab es eine Verminderung der neutrophilen und eine schwache Vermehrung der basophilen Polynukleären.

Sehr schwerer Natur waren die Veränderungen, die Tanohata und Tagawa im Gehirn und im Zentralnervensystem von mit Tetra vergifteten Hunden sahen.

Während das Großhirn frei von Blutungen gefunden wurde, sahen die Autoren im Kleinhirn und in den grauen Hörnern des Rückenmarks frische Blutungsherde. Sehr schwer waren auch die Schäden, die in der Struktur der einzelnen Zellen gesetzt worden waren. Angefangen von der akuten Schwellung fanden sich alle Zwischenstufen des Zerfalls, wie Abblassung der Zellen, Verflüssigung des Zelleninhaltes und sogar Zellenschwund. Die Olivenzellen und die Zellen des Rückenmarks zeigten deutliche Vakuolisierung, an den Markfasern wurde ein Zerfall der Markscheiden sichtbar. Die Zellen des Gehirns und des Zentralnervensystems zeigen eine beträchtliche Affinität zu den Tetradämpfen, und eine im Verhältnis große Menge von Tetra wird bei Vergiftungen im Gehirn zurückgehalten, was auch von Jühner festgestellt wurde.

Nach Flury und Zernik ruft die Einatmung beim Menschen Hustenreiz, Kopfschmerzen und Brechreiz hervor. Besonders schwer sind die Schädigungen, wenn die Einatmung der giftigen Gase in geschlossenen Räumen stattfindet, da hier auch die narkotische Komponente des Tetra besser wirksam werden kann, die sich in Benommenheit bis zur Bewußtlosigkeit, bisweilen auch in vorübergehenden Erregungsstadien mit Zuckungen einzelner oder aller Muskelgruppen ausdrückt. Die tödliche Dosis für den Menschen wird nach Lehmann-Heß mit 400 bis 500 mgr. Tetradämpfen im Liter Luft angegeben, nach deren Einatmung, wenn sie länger dauert, sofort oder später der Tod eintritt. Etwas niedriger liegt der von Flury gefundene Wert. Nach ihm führen 320 mgr. im Liter nach 5—10 minutenlanger Einatmung zum Tode. Zangger hält wegen der degenerativen Wirkung des Tetra und seiner phosgenähnlichen Zersetzungsprodukte Herz- und Leberkranke, die sich eine Tetravergiftung zugezogen haben, für besonders gefährdet. Mauro erweitert diesen Kreis, vornehmlich im

Hinblick auf die chronische Vergiftung, indem er bei Beschäftigung in der Industrie eine besondere Gefährdung bei Personen annimmt, die Mandelentzündung haben oder an Leberaffektionen, z. B. infolge von Alkoholismus, und an Nierenerkrankungen mit Albuminurie leiden. Die Ausscheidung des eingeatmeten Tetra aus dem Körper erfolgt größtenteils durch die Lunge. Dieses Organ speichert im Mittel auf 100 gr. seines Gewichtes 75 mgr. CCl_4 auf. In der Menge der Ausscheidung zeigt sich die nahe Verwandtschaft des Stoffes zu Chloroform. Bei Versuchen, die Lehmann und Hasegawa mit Hilfe eines Respirationsapparates an Menschen vornahmen, konnten sie feststellen, daß — in Analogie zu Chloroform — 78,7 % des absorbierten Tetragases nachträglich wieder in der Exspirationsluft erschienen. Ein wichtiger Speicher für Tetra ist die Leber. Hier wurden besonders die Ergebnisse die Lamson und seine Schüler erzielten, zu einer maßgeblichen Grundlage. Diese Autoren stellten fest, daß, wenn man die Leber z. B. durch die Anlage einer Eckschen Fistel ausschaltet, ungefähr das Doppelte des eingeatmeten Tetrachlorkohlenstoffs durch die Lunge wieder ausgeschieden wird, als wenn die Leber eingeschaltet ist. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß etwa die Hälfte des inhalierten Tetra in der Leber zurückgehalten und dort absorbiert wird. Auf die wichtige Bedeutung des Ca-Blutspiegels und auf seinen Zusammenhang mit dem Auftreten und der Stärke der Vergiftungssymptome wurde bereits hingewiesen. Lamson und seine Schüler machten die Feststellung, daß, ebenso wie bei der peroralen Aufnahme, auch bei der Aufnahme durch Inhalation ein Ca-Mangel die schweren Symptome, wie Brechen, Erregung und Krämpfe begünstigt. Durch Ca-Zufuhr konnten auch bei ihren Versuchen diese schweren Vergiftungszeichen bekämpft werden, doch ließen sich z. B. die Leberläsionen nicht verhindern, wenn sie sich auch später häufig als reversibel erwiesen. Arbeiter in toxischen Betrieben erhielten eine Zeitlang

Milch verabreicht. Diese Maßnahme wurde später wieder verlassen aus der „Erfahrungstatsache" heraus, daß „fette Menschen mehr vom Gift absorbieren". Lamson spricht sich für die Beibehaltung dieser Gewohnheit aus, da Milch besonders wegen ihres Ca-Gehaltes im Stande sei, die Giftwirkung von chlorierten Kohlenwasserstoffen stark herabzusetzen.

Von praktischer Bedeutung für den Vergiftungsmodus mit Tetra könnte unter Umständen auch die Aufnahme durch die Haut werden, besonders wenn diese bei Anwendung des Tetra zu Löschzwecken durch Feuer geschädigt worden ist. Es war bekannt, daß durch lokale Wirkung von Tetra an der Haut ekzemartige Dermatosen hervorgerufen werden können. Versuche an Kaninchen, die Lapidus vornahm, haben ergeben, daß Tetra in geringem Maße durch die Haut aufgenommen werden kann. 3—7 Stunden nach der Berührung mit Tetra zeigte sich bei den Tieren eine allgemeine Depression und ein leicht ataktischer Gang als Zeichen der narkotischen Wirkung. Nach der Sektion wurde die Hauptmenge des aufgenommenen Tetra im Ohre, das bei dem Versuch in Tetra getaucht worden war, gefunden. Die inneren Organe hatten nur wenig aufgespeichert, im Gehirn fanden sich nur Spuren. Die Chlorderivate der Kohlenwasserstoffe werden viel besser als die Kohlenwasserstoffe allein durch die Haut ins Blut resorbiert, was durch Untersuchungen von Lazarew, Brussilowskaja und Lawrow nachgewiesen wurde. Für den Menschen scheint nach diesen Autoren jedoch eine geringe Gefahr der Vergiftung auf diesem Wege vorzuliegen, da der große Körperumfang sowie die minimale Durchdringlichkeit der menschlichen Haut einen ziemlichen Schutz bieten, und außerdem infolge der leichten Flüchtigkeit und der geringen Viskosität des Tetra selbst sowie seiner schnellen Ausscheidung durch die Lunge ungünstige Einwirkungsbedingungen vorhanden sind. Nach Tietze nehmen die

äußere Haut und besonders die Schleimhäute den Tetra wegen seines Lipoidlösungsvermögens ebenso begierig auf wie die Lungenalveolen.

Kionka hat die Frage aufgeworfen, ob bei Betriebsunfällen in Brand geratene Menschen toxisch geschädigt werden, wenn man die Flammen mit Tetra löscht. Auf Grund seiner Versuche mit Kaninchen bejaht er diese Frage, da er feststellen konnte, daß auch nach Aufnahme von Tetra durch die durch Verbrennungen geschädigte Haut dieselben schweren pathologischen Veränderungen, namentlich an Leber und Nieren, auftreten können, die man als Folgen nach peroraler Darreichung und nach Einatmung der Dämpfe bereits kannte. Er erklärte diese Wirkung als die einer resorptiven Vergiftung.

Nach Takasaka bestehen die Hauptsymptome bei der akuten Tetravergiftung in Kopfschmerzen, allgemeiner Mattigkeit, Schwindel, Übelkeit, Appetitlosigkeit, Unwohlsein und Seekrankheitsgefühl. Weiterhin können sich einstellen: Magenschmerzen mit brennendem Gefühl im Magen, Gurren, Aufstoßen, Sodbrennen, Erbrechen, schleimige Diarrhoen, Durst, Ohrensausen, Speichelfluß und als Zeichen der Kreislaufbeteilung Unregelmäßigkeit des Pulses und Blutdrucksenkung. Weniger häufig finden sich Lendenschmerzen, Herzklopfen, Dyspnoe, Frösteln, Wärmegefühl, Ikterus, Doppelsehen, Taumeln, Sprachstörungen, Steifigkeit der Extremitäten, Anämie, Aufregungszustände und Hämoptoen. Durch die Tetravergiftung kommt es zur Hämolyse des Blutes besonders in den Lungen. Außerdem tritt eine hämorrhagische Diathese ein, die vielleicht durch eine Schädigung der Kapillarwände, die wiederum zu einer Diapedese des Blutes führt, zu erklären ist. Auch Kawamura sah außer fettiger Degeneration der Leber, der Nieren und des Herzens, zahlreiche hämorrhagische Erosionen in der Magen- und Duodenalschleimhaut.

C. Beurteilung.

Auf Grund von klinischen und experimentellen Erfahrungen bei der Vergiftung durch Tetrachlorkohlenstoff läßt sich also allgemein feststellen:

1. Tetra und seine pyrogenen Zersetzungsprodukte haben eine große Toxizität.

2. Besondere Gefahr besteht wegen der Konzentrationserhöhung in der Luft, wenn Tetra in geschlossenen Räumen mit schlechter Ventilation eingeatmet wird.

3. Es gibt kaum ein Organsystem des menschlichen und tierischen Körpers, das durch Tetra in Substanz oder in Dampfform nicht mehr oder weniger geschädigt wird

4. Eine besondere Affinität hat Tetra zur Leber, zu den Nieren und zum Herzen, deren Zellen je nach Zeit und Menge der Einwirkung fettig degenerieren. Infolge der narkotischen und toxischen Wirkung ist auch das Gehirn und das Zentralnervensystem starken Schädigungen ausgesetzt.

5. Sehr häufig kommt es zu schweren Reizungen der Schleimhäute des Mundes, der Bronchien, und des Magendarmtraktes mit Erbrechen, Diarrhöen und Blutungen.

6. Das Blut selbst erfährt eine Veränderung seiner Zusammensetzung z. B. durch Fibrinverminderung und Verschiebungen innerhalb des Blutbildes, des Ca- und Bilirubinspiegels sowie des Hämoglobingehaltes.

7. Der Kreislauf reagiert mit Unregelmäßigkeit in der Frequenz, der Spannung und Füllung des Pulses und mit Blutdrucksenkung.

8. Menschen mit Konstitutionsanomalien wie z. B. Fettsucht oder Thrombosenbereitschaft, ferner Personen, die an Herz- und Lebererkrankungen leiden, scheinen durch die Tetravergiftung und die nachfolgenden degenerativen Veränderungen besonders gefährdet zu sein.

Bei der besonderen Berücksichtigung der am Anfang dieser Arbeit mitgeteilten Beobachtung ist zu sagen:

Es war die Frage zu klären, inwieweit ursächliche Zusammenhänge zwischen dem Unfall, bei dem große Mengen von Tetradämpfen eingeatmet wurden, und der tödlichen Erkrankung des X. bestehen. Es steht fest, daß sich bei X. sehr bald nach dem Brandunglück gesundheitliche Störungen einstellten, und daß sich diese Störungen in den darauf folgenden Tagen immer mehr steigerten, sodaß in kurzer Zeit der tödliche Ausgang der Erkrankung herbeigeführt wurde. Ein zeitlicher Zusammenhang zwischen Unfall und Tod ist also gegeben. Es ist von Wichtigkeit, hier festzustellen, daß auch der bei den Löscharbeiten beteiligte Ingenieur Y. Krankheitserscheinungen zeigte. Durch die Einatmung der Tetradämpfe fühlte er sich leicht benommen. Später stellten sich größere Beschwerden ein, und erst nach 14 Tagen war er wieder ganz wohl. Bei ihm standen, wie bei X., Magen- Darmstörungen im Vordergrund des Krankheitsbildes.

Zur Erklärung der bei X. vorhandenen Thrombosebereitschaft kommt außer dem das Leiden zum erstenmal auslösenden Fersenbeinbruch auch ein konstitutioneller Faktor in Betracht, der in der Fettleibigkeit des X. zu suchen ist. Es ist bekannt, daß gerade adipöse Menschen im allgemeinen leichter als andere an Venenentzündung erkranken. Doch ist auch ein Zusammenhang zwischen Adipositas und Tetraintoxikation beobachtet worden. So teilt Lattes eine Beobachtung einer tödlich verlaufenen medizinalen Tetravergiftung mit, die vorstehend bereits angeführt wurde, bei der er der Stoffwechseländerung, die in einer Fettleibigkeit des Patienten bestand, einen zu beachtenden Anteil an dem tödlichen Ausgang der Vergiftung einräumt. Was die alten, sehr geringen Veränderungen an der Mitralklappe anbetrifft, die bei der Sektion des X. vorgefunden wurden, so ist aus der Anamnese zu erfahren

daß ein leichter Herzfehler bereits seit dem Jahre 1909 bestand, der X. jedoch nie in seiner Arbeitsfähigkeit behinderte, und mit dem er ohne irgendwelche Beschwerden 4 Jahre Kriegsdienst geleistet hat. Die außerdem durch die Sektion nachgewiesenen noch geringeren frischen endokarditischen Veränderungen lassen zwei Arten der Erklärung zu: entweder sind sie als Residuen der einen Monat vor dem Tode erneut aufgetretenen Venenentzündung am rechten Unterschenkel aufzufassen, oder sie sind noch jüngeren Datums und sind als Ausdruck der Veränderungen im Gleichgewicht des Organismus infolge der Tetraintoxikation anzusprechen. Diese zweite Auffassung kann wohl auch aus der Feststellung heraus gestützt werden, daß in der jüngsten Vergangenheit vor dem Unfall bei X. alle ernsteren Symptome einer beginnenden Endokarditis völlig fehlten. Im Vordergrund des Krankheitsbildes nach dem Brandunglück standen Erscheinungen und Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Kanals und des Herzgefäßsystems, die zusammen schließlich den tödlichen Ausgang herbeiführten.

Das bei X. unmittelbar zum Tode führende Ereignis war der Verschluß der Pfortader infolge der Thrombenbildung. Diese Pfortaderthrombose ist trotz oder gerade wegen der bei X. bestehenden Thrombosenbereitschaft als durch die Tetraintoxikation entstanden aufzufassen. Den ursächlichen Anlaß zu dieser Thrombenentstehung bilden die geschilderten Veränderungen der Blutzusammensetzung, wobei noch zu erwähnen ist, daß nach neueren Untersuchungen von Havlicek das Pfortaderblut infolge seiner kolloidalen Zusammensetzung schon beim gesunden Menschen eine Thrombusbildung begünstigt.

D. Zusammenfassung.

Die Beobachtung eines Vergiftungsfalles nach Benutzung von Tetrachlorkohlenstoff enthaltenden Feuerlöschapparaten wird mitgeteilt.

Die drei Hauptanwendungsgebiete des Tetrachlorkohlenstoffs werden besprochen. Die mir in der Literatur zugänglichen Beobachtungen von Vergiftungen in jeder der drei Abteilungen werden angeführt.

Gleichzeitig wird über die wesentlichen Ergebnisse der klinischen und experimentellen Forschung bei der Tetrachlorkohlenstoffvergiftung zusammenfassend berichtet.

Bei der Anwendung des Tetra als Therapeutikum ist besondere Vorsicht hinsichtlich der Indikation und der Dosierung zu üben.

Bei der weiten Verbreitung von tetrahaltigen Mitteln in den verschiedenartigsten Industrie- und Gewerbezweigen ist die frühzeitige Erkennung der durch die Einwirkung von Tetradämpfen enstandenen Schäden von Bedeutung. Die starke Toxizität des Tetrachlorkohlenstoffs ist erst in den letzten Jahren voll erkannt worden. Für die Arbeiter von Betrieben, in denen Tetra zur Verwendung kommt, sind daher geeignete und ausreichende hygienisch-gewerbemedizinale Schutz- und Vorsichtsmaßnahmen zu fordern.

Zum Schluß wird die mitgeteilte eigene Beobachtung auf Grund der klinischen und experimentellen Untersuchungsergebnisse einer Beurteilung unterzogen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Schwenkenbecher für die freundliche Überlassung des Themas und die Übernahme des Referates meinen Dank zu sagen.

Schrifttum.

Biancalani: Ricerche sperimentali sulla intossicazione acuta e cronica da tetracloruro di carbonio.
Berichte über die gesamte Biologie Abt. B. Berichte über die gesamte Physiologie u. experiment. Pharmakologie Bd. 80 S. 355.

Brandt: Angebliche Trichloraethylenerkrankungen in Schuhausbesserungswerkstätten, hervorgerufen durch Tetrachlorkohlenstoff. Arch. f. Gewerbepathologie u. -Hygiene. Bd. 3 S. 335.

Chandler u. Chopra: Effects of the administration of sugar, magnesium sulphate, sodium citrate and dilute acid on the liver damage done by carbon tetrachloride. Berichte über d. ges. Biologie Abtl. B, Bd. 38 S. 147.

Dervillée u. Castagnou: Etude sur les variations du taux de la glycémie chez le lapin soumis à l'intoxication par le tetrachlorure de carbone en ingestion.
Berichte über d. ges. Biologie Abtl. B, Bd. 85 S. 188.

Docherty u. Burgeß: The action of CCl_4 on the liver.
Berichte über d. ges. Biologie Abtl. B, Bd. 16 S. 390.

Erben: Vergiftungen. Verlag Wilh. Kraumüller, Wien u. Leipzig 1910.

Etienne-Martin: A propos d'un cas d'intoxication par le tetrachlorure de carbone. Arch. f. Gewerbepatholog. u. -Hygiene. Bd. 5 S. 208.

Fischl- u. Schloßberger: Handbuch der Chemotherapie. Fischers Mediz. Buchhandlung Leipzig 1934.

Flury u. Zernik: Schädliche Gase. Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

Flury u. Zangger: Lehrbuch der Toxikologie. Verlag Julius Springer, Berlin 1928.

Fühner: Die Wirkungsstärke von Chloroform und Tetrachlorkohlenstoff. Arch. f. experim. Pathologie u. Pharmakologie. Bd. 97 H. 1/6, S. 86—112. 1923.

Galloro: Variazioni ematologiche nell'intossicazione da tetracloruro di carbonio e da tetracloroetano.
Berichte über d. ges. Biologie Abtl. B, Bd. 73 S. 185.

Graßnickel: Der Bilirubinspiegel des Blutes nach CCl_4-Gabe beim Pferde.
Berichte über d. ges. Biologie Abt. B, Bd. 59, S. 507.

Karrer: Lehrbuch der organischen Chemie. Verlag Georg Thieme, Leipzig 1930.

Kionka: Vergiftungsgefahr bei der Verwenduug von Tetrachlorkohlenstoff zerstäubenden Feuerlöschapparaten.
Münch. Med. Wochenschr. Nr. 50, Jahrg. 1931.

Klemperer u. Rost: Arzneiverordnungslehre.

Kochmann: in Hefftter, Handbuch d. experim. Pharmakologie: Inhalationsanaesthetika S. 216, 1923.

Koelsch: in Gottstein-Schloßmann-Teleky: Handbuch d. soz. Hygiene. Bd. 2, 1926.

Lamson und Wing: Blood fibrin and levulose tolerance in acute and chronic CCl_4 intoxication.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B. Bd. 38 S. 613.

— — Early cirrhosis of the liver produced in dogs by carbon tetrachloride.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 39 S. 591.

Lande u. Dervillée: Recherches experimentales sur l'action toxique chez le lapin du tetrachlorure de carbone commercial en ingestion.
Berichte über d. ges. Biologie Abtlg. B, Bd. 81 S. 678.

Lapidus: Studien über die örtliche Wirkung und die Hautresorption von Tetra und Chloroform.
Arch. f. Hygiene. Bd. 102 S. 124—131.

Lattes: Akut tödliche medizinale CCl_4-Vergiftung. Sammlung von Vergiftungsfällen. Hgg. von B. Behrens in Vertretung von H. Fühner, Bd. 5 A 103, 1934.

Lazarew, Brussilowskaja u. Lawrow: Untersuchungen über die Resorption einiger organischer Gifte durch die Haut ins Blut.
Arch. f. Gewerbepathologie und -Hygiene. Bd. 2 S. 641.

Lazarew: Über die narkotische Wirkungskraft der Dämpfe der Chlorderivate des Methans, Äthans und des Äthylens.
Arch. f. experim. Pathologie u. Pharmakologie, Bd. 141 S. 19.

Lehmann: Experimentelle Studien über den Einfluß technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus.
Arch. f. Hygiene. Bd. 74 S. 1.

Lehmann u. Hasegawa: Studien über die Absorption chlorierter Kohlenwasserstoffe aus der Luft durch Tier und Mensch.
Arch. f. Hygiene. Bd. 72 S. 327.

Lewin: Gifte und Vergiftungen. (4. Ausg. des Lehrbuches der Toxikologie.) Verlag Georg Stilke, Berlin 1929.

Löwy: Die chronische Vergiftung mit Tetrachlorkohlenstoff.
Arch. f. Gewerbepathologie u. -Hygiene. Bd. 6 S. 157.

Mauro: Intossicazione da tetracloruro di carvonio.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 56 S. 814.
Meyer u. Pessôa: A study on the toxicity of carbon tetrachloride.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 20 S. 509.
Minot: The relation of calcium to the toxicity of CCl_4 in dogs.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 41 S. 422.
— The mechanism of the hypoglycemia produced by guanidine and carbon tetrachloride poisoning and its relief by calcium medication.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 65 S. 313.
Moller: Some cases of carbon tetrachloride poisoning in conection with dry shampooning and dry cleaning with a survey of the use and action of the substance.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtl. B, Bd. 78 S. 160.
Müller, Joh.: Vergleichende Untersuchungen über die narkotische nnd toxische Wirkung einiger Halogen-Kohlenwasserstoffe.
Arch. f. experim. Pathologie u. Pharmakologie. Bd. 109 S. 276.
Neumann-Kleinpaul u. Pelckmann: Über CCl_4 Vergiftungserscheinungen bei Pferden, deren Zusammenhang mit dem Blutserum-Ca-Spiegel und über Versuche, die Vergiftungserscheinungen durch Erhöhen des Blutkalkspiegels abzuschwächen.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 59 S. 507.
Okazaki: Vergleichende Untersuchung über die Glykogenbildung in der geschädigten Leber nach Glykose- und Lävulosezufuhr.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 84 S. 98.
Schultz u. Marx: Studies on the toxicity of carbon tetrachloride.
Berichte über d. ges. Biologie Abtl. B, Bd. 30 S. 175.
Takasaka: Über die Lungenblutungen bei der akuten Tetrachlormethanvergiftung.
Deutsche Zeitschrift f. d. ges. gerichtl. Medizin. Bd. 6, S. 488.
Tanohata u. Tagawa: Histopathologische Untersuchungen über das Zentralnervensystem bei experimenteller Vergifung mit Tetra.
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 72 S. 366.
Tietze: Klinische Beobachtungen zur Methylbromid- und Tetrachlorkohlenstoffvergiftung. — Sammlung von Vergiftungsfällen. Hgg. von B. Behrens. Bd. 6 A 498, S. 83.
Wells: The absorption and excretion of CCl_4 in animals and in man
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 32 S. 392.
— A quantitative study of the absorption and excretion of the anthelmintic dose of CCl_4
Berichte über d. ges. Biologie. Abtlg. B, Bd. 32 S. 672.
Zangger: Über die modernen organischen Lösungsmittel.
Arch. f. Gewerbepathologie u. -Hygiene. Bd. 1 S. 77.

Lebenslauf.

Als Sohn des Prokuristen Oskar Hohage und seiner Ehefrau Antonie geb. Leon wurde ich, Erich Hohage, am 19. Nov. 1911 in Gleiwitz O.-S. geboren. Während mein Vater im Feld stand, kehrte meine Mutter mit mir in ihre Heimat, das Rheinland, zurück.

Ostern 1918 kam ich auf die Volksschule in Mühlheim (Ruhr). Als mein Vater aus dem Felde zurückkam, übersiedelten wir im Februar 1919 wieder nach Gleiwitz, wo ich zunächst die Städt. Mittelschule und dann bis zur Reifeprüfung die Staatl.-Städt. Oberrealschule besuchte.

Nach bestandener Reifeprüfung war ich im Sommer- u. Wintersemester 1930/31 als Student der Medizin an der Universität Königsberg i. Pr. eingeschrieben. Vom S. S. 1931—S. S. 1933 studierte ich in München, wo ich im Beginn des W. S. 1932 meine ärztl. Vorprüfung bestand. Nach zwei klinischen Semestern verließ ich München und ging nach Freiburg i. Br., wo ich im Dezember 1935 mein medizin. Studium mit dem Staatsexamen abschloß.

Mein Medizinalpraktikantenjahr begann ich an der Medizin.-Klinik in Marburg (Lahn) und bin jetzt in derselben Eigenschaft am Sanatorium Sonnenblick bei Marburg tätig.

Meine akadem. Lehrer waren:

in Königsberg:	Heiß, O. Weiß.
in München:	Döderlein, O. Frank, Lexer, F. v. Müller, Mollier, v. Zumbusch.
in Freiburg:	Aschoff, Beringer, Bohnenkamp, Janssen, Kahler, Rehn, Siegert, Stühmer, Uhlenhuth, Wegner, Ziegler.

Lebenslauf.

[illegible]

[illegible] 1918 [illegible]

[illegible]

[illegible]

Meine akademischen Lehrer waren:

[illegible]